

干旱区生态移民的临界值理论曲线与驱动力构成

朱自安^{①②③} 张小雷^①

(^① 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; ^② 中国科学院研究生院, 北京 100039; ^③ 新疆维吾尔自治区发展和改革委员会, 乌鲁木齐 830002. E-mail: zhuzian@ms.xjb.ac.cn)

摘要 根据干旱区生态环境特点, 经对生态学、经济学等多学科相关问题的交叉综合研究, 并结合干旱区生态移民的实践经验, 提出了干旱区生态移民临界值的理论曲线。结合这一理论曲线, 进一步从生态移民驱动力构成的自然行为角度和政府行为角度, 对生态移民理论进行探索, 并分析了生态移民的积极动力和消极动力, 指出了实施干旱区生态移民的时机和步骤。所提出的理论曲线具有一定的创新性和应用性, 能为评价生态恶化程度提供量化方法和为科学实施生态移民工程提供理论依据。

关键词 生态 移民 临界值 驱动力

自从群落迁移的概念导入生态学, 便产生了生态移民这个概念。提出这个概念的意义在于人类意识到了某个区域的人群如果继续在原地居住会对生态产生破坏或已对生态产生了破坏, 为了保护生态, 需要进行移民。因此, 生态移民是基于保护生态环境目的而实施的移民^[1]。全世界的生态移民数量呈快速增长的趋势, 其中有自愿移民, 也有非自愿移民。有相当一部分非自愿移民被迫迁往自己不愿意去的生存区域, 引发了许多国际和地区争端。

从恢复生态学的角度来说, 迁出生态脆弱区已经超载的人口, 依靠大自然的自我修复能力, 使这些人力难以恢复的区域的生态功能得到修复, 是保护生态最具实效的办法^[2]。干旱区当前的生态环境恶化固然有大气环流的改变、自然灾害频繁等人力不可抗拒的因素, 但人类活动强度超出生态环境承载能力则是直接原因。然而, 生态移民是一个复杂的系统工程, 关系到经济、社会、民族习惯、生态环境等方方面面, 需要科学、有序、稳定地实施。生态移民的一个关键问题在于如何判定“该不该移”。因此, 当地居民是否造成了对生态的破坏、破坏程度或潜在破坏程度有多大, 应该有量化的、科学的结论。关于移民问题的报道, 涉及到移民理论体系^[3~5]、移民构成状况^[4]、移民的成本与回报^[6]。但是, 目前国内外还没有一套科学的理论和方法来解决移民问题。多数生态移民工程依据的是“生态恶化”或“生态严重恶化”等简单的定性判断, 由此引发了对某些区域生态状况的错误导向, 甚至实施了一些无谓的移民工程。“生态恶化”是生态移民的首要驱动力, 但这个驱动力的大小取决于“生态恶化”的程度, 因此, “生态

恶化程度”的量, 决定着是否实施生态移民。经对生态学、经济学等多学科相关问题的交叉综合研究, 并结合干旱区生态移民的实践经验, 我们提出了计算生态移民临界值的理论曲线。同时我们从生态移民驱动力的角度进行了较深入地理论研究, 找出了生态移民的积极动力和消极动力, 确定了解决生态移民这个复杂问题的关键因素。我们希望生态移民临界值理论曲线和驱动力构成的研究能为科学实施生态移民奠定一定的理论基础。

1 西部干旱区概况

西部干旱区是中国自然生态的极端脆弱区, 景观异质镶嵌的对比性强。沿河系分布的绿洲生态系统以斑块状散布于广布的戈壁或沙漠上, 斑块密度小且粒径较大, 形成景观格局的粗粒化表现^[7]。在广大干旱平原区, 水资源集中于河流廊道, 河流廊道水资源变化对于密切依赖地表河流廊道而存在与发展的绿洲景观的影响是深刻的^[8]。绿洲是干旱区的精华部分, 是干旱区人口集中分布区。绿洲的分布受自然条件和水资源分布的直接影响而分散分布^[9], 也深刻影响到干旱区人口的空间分布。

在干旱区, 绿洲化与荒漠化是相互对立并互为消长的变化过程, 也是本区最基本的生态过程。广大平原区降水稀少, 蒸发强烈, 这种条件对土壤等其他环境资源的发育和稳定构成威胁。严酷的环境限制了植物多样性, 生态系统结构简单, 生态功能低下。干旱区生态系统对自然或人为干扰, 尤其是水土资源开发利用的干扰极为敏感, 其响应过程表现在流域中上游人工绿洲的形成与发展常以流域下游天然

绿洲大面积荒漠化为代价^[10], 这在干旱区的塔里木河流域, 黑河流域及石羊河流域都表现的十分明显. 随着经济发展和人口的增多, 以上干旱区的特点决定了许多小片绿洲的承载力远远超越其能够承受的负荷, 造成了生态的局部恶化, 许多地方不得不面临移民的选择.

2 “生态恶化”的判定

“生态恶化”的内涵不仅是一个定性的概念, 更是一个量化的概念. 生态包括宇宙圈、大气圈、水圈、土壤圈、岩石圈和生物圈有机和无机环境的总和, 是指一个立体的空间结构系统^[11]. “恶化”包含了一个由优到劣的量的变化. 如图 1 所示, 我们对生态恶化的研究主要集中在干旱区生态系统中的土壤圈和生物圈, 并重点研究因人的活动对二者某区域上的生态破坏, 如土地的沙化、土壤盐渍化、草场退化、森林覆盖率下降和水土流失等, 而因工业化等原因造成的空气和水污染等则不在我们研究的范围之内. 因为后者可以通过治理来解决问题, 实施生态移民的意义不大.

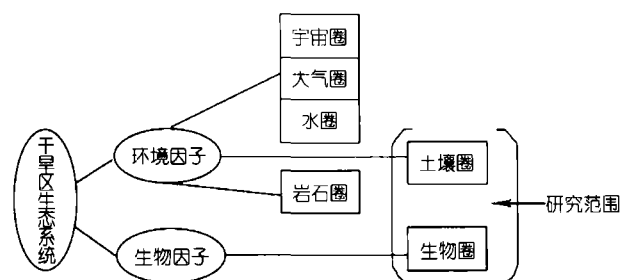


图 1 生态恶化研究范围

生态恶化是生态移民驱动力形成的决定性因素, 因此, 由谁来判定“生态恶化”, 如何判定等问题需要

做出科学的回答. 科学考察队作为一个不牵扯任何移民利益, 选择这样的主体来对是否移民进行论证是科学的. 而移民与原居住区的环境有经济利益关系, 不可能科学、公正地评定原居住区的生态恶化. 但问题的根本性在于科学考察队如何科学地确定生态恶化的量化程度, 从而为是否应该实施生态移民提供依据.

3 生态移民的临界值理论曲线

3.1 曲线提出的方法和理论依据

基于干旱区环境的特点和需求层次论、恢复生态学理论以及资源经济学理论, 结合我们多年的生态移民工作实践经验, 并采用社会科学与自然科学相结合的边缘科学的综合求证法, 提出了干旱区生态移民的临界值理论曲线(图 2(a)), 来表示生态恶化的量化程度.

根据马斯洛的“需求理论”^[12], 需求与收入高度相关. 当收入无法满足更高层次需求时, 收入(获取)主要用于较低一级需求层次的支出. 当收入增加时, 需求也将随之提高, 支出增多. 由于干旱区生态恶化的区域大多数都处在边远贫困地区, 人均收入水平与生态环境表现出高度的相关性, 即生态环境越差, 人均收入越低, 反之亦然. 而且生态移民多以农民或牧民为主, 其收入来源比较单一, 对自然资源的依赖性很强, 基本上还处于生理需求的层次. 由此, 我们在生态移民曲线中选择了“需求值”做横轴, “获取值”做纵轴来建立两者的函数关系. 这里的需求值(DV, demand value)是指在生态恶化研究的范围之内, 一个区域内的居民在一定的时间和一定的价格条件下对生活和生产必须品的需要. 获取值(GV, gain value)指在生态恶化研究的范围之内, 一个区域内的居民

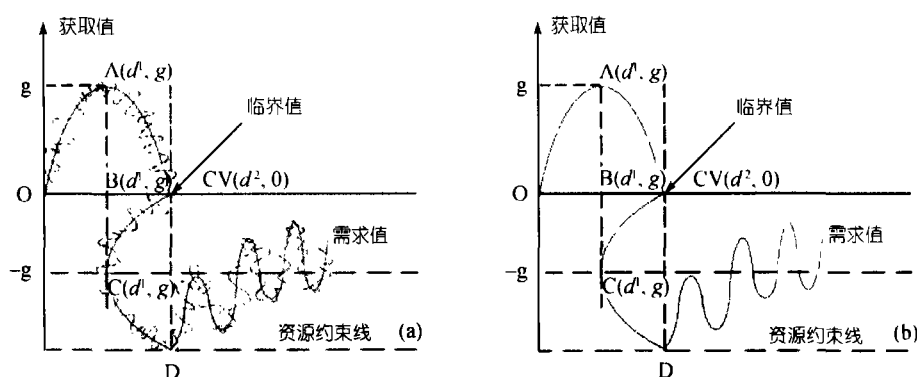


图 2 生态移民临界值理论曲线

为满足自己生活和生产的需求从区域内自然资源中得到的收入。获取值包括有效获取值和无效获取值,前者指在不破坏或影响生态环境的前提下所取得的收入;后者指以牺牲生态环境为代价,不合理地利用自然资源,如过度放牧、滥伐、滥垦等。

我们根据恢复生态学理论,参考国际或国内标准确定的相关指标,如土壤盐分含量,水土流失量,草场载畜量,森林覆盖率等,并结合当地居民对自然资源的获取量等因素来计算生态恶化程度和确定生态移民的临界值。临界值(CV, critical value)指在生态恶化研究的范围之内,一个区域内的居民已经无法有效获取任何收入,且尚没有开始进行无效获取的那一时刻。在图2的(a)和(b)中, $(d^2, 0)$ 即为临界值点,表示需求值为 d^2 , 获取值为零。

资源经济学认为经济的本质是将资源转换为生存资料。人类对自然的依赖性并未随自身改造自然能力的增强而减弱,而是更加离不开自然^[13]。由于土地、水、野生动植物植资源等的有限性或者一定时期内积累的有限性,不合理开采和过度利用,轻则破坏生态平衡,重则造成一些资源永远消失。据此,我们给出了资源约束线。

根据图2描述的曲线总体趋势,我们将曲线理想化为图2的(b)图形。

3.2 曲线的理论含义和从理论上解决的关键问题

(1) 关于生态移民的理论含义。整个曲线由三部分组成。第一部分为获取值为正值时的抛物线开口向下段,其中O-A这一段抛物线表示需求值增加,有效获取值也增加, $A(d^1, g)$ 点为最大有效获取值点; A-CV这一段抛物线则表示需求值增加,有效获取值减少,直到为零,达到了实施生态移民的临界值。第二部分是获取值为负值时的抛物线开口向右段,其中CV-C为需求缩减无效获取值增加阶段,这个阶段已经超出了生态移民的临界值,当地居民的有效获取已经完全丧失,被迫降低需求。C-D为需求增加无效获取值增加阶段,表示当地居民随着无效获取值的增加而开始增加需求, D点是无效获取值的最大点。第三部分是一个无效获取值逐渐减少的螺旋曲线,表示无效获取值达到最大之后开始逐步减少。

(2) 解决的关键问题。这个临界值曲线从理论上揭示了一个区域居民的生存与自然资源之间的数量关系,描述了生态恶化的量化过程,找出了干旱区不同环境条件下生态移民临界值的理论求取方法,解

答了该不该移民和什么情况下实施生态移民这两个关键问题,为科学实施生态移民奠定了一定的理论基础。

3.3 需求值、获取值和临界值的计算

一般退化荒漠草场人口以牧民为主,其生活及经济来源主要依靠畜产品生产;生态恶化的农区,农民主要依靠引水开荒来满足生活需求;一些荒漠林区则以掠夺性砍伐和毁林开荒为生。新疆和田地区,近几十年来人口增长迅速,土地开发规模扩大,加之水资源的不合理利用,绿洲内部及外围的土地、植被等资源均遭受严重破坏。1957~1979年,和田净增人口 34.11×10^4 人。1957年,和田有天然胡杨林 $12 \times 10^4 \text{ hm}^2$,到1979年,约 $10 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的天然胡杨林消失。绿洲内部及外围林草植被的破坏降低了绿洲的稳定性。据调查,生态恶化区域的农牧民多数属于贫困户,人均年纯收入不足1000元。贫困农牧民的需求和获取方式均很单一,这使小绿洲区域的需求值和获取值统计工作变得简单化^[14]。

(1) 需求值。我们可以用农村住户的生活消费支出来计算“需求值”(2004年新疆社会经济统计年鉴),如图3所示。

西部干旱区生态恶化区域的农牧民多处在温饱水平的生理需求层次。在计算需求值时,我们首先将调查区按农区、牧区和林区进行分类,然后在不同类型的生态环境内逐户统计相关指标。“购买食品支出”实际上主要以自种或自养消费为主。“购买居住消费品支出”除牧区购帐篷之外,其他也主要是自己的房屋,其中寒区的主要消费是取暖支出。衣着和交通支出具有较大的共性,均处于消费的低层次。其他指标体现的需求很少。

(2) 获取值。获取值可以用农民家庭总收入中与获取自然资源有关的指标来计算^[15],如图3所示。在实际操作中,需要具体分析其中的指标与自然资源之间的关系,从而决定取舍。

为使计算更具可比性,我们采取与需求值相同的计算方法来计算获取值。农区有效获取主要为种植业收入,如粮食作物及少量经济作物等;无效获取主要是砍伐荒漠植被及过多提取地下水资源等。牧区的有效获取主要是畜产品,无效获取为过牧及资源破坏。林区有效获取为科学利用林草植物及林区动物资源,无效获取为过度采伐森林、猎杀珍稀种类动物等。其他指标体现的获取值数量微小。

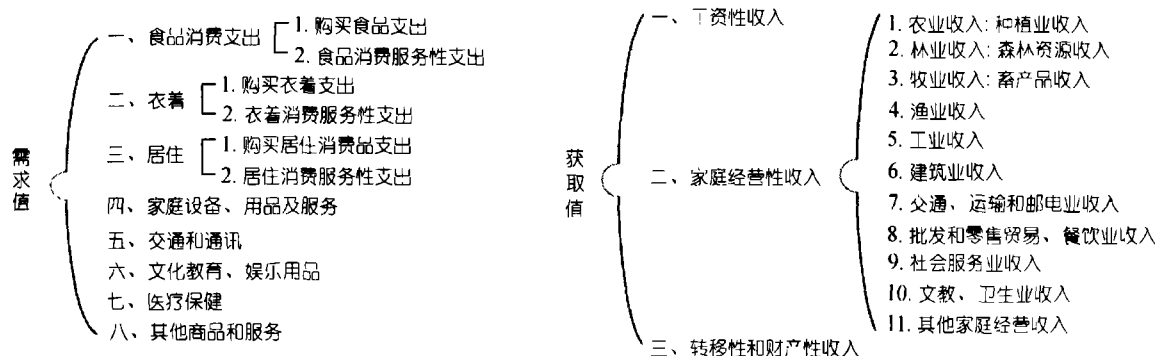


图 3 需求值与获取值的求算指标

(3) 临界值. 按照以上定义, 临界值指在生态恶化研究的范围之内, 一个区域内的居民已经无法有效获取任何收入, 而且还没有开始进行无效获取的那一时刻. 据此, 我们可以利用需求值和获取值的统计数据, 建立需求值与获取值的函数关系, 画出曲线, 找出临界值. 根据图 2, 其函数关系可以简单表示为: $DV = f(GV)$, 当 $GV = 0$ 时, $CV = DV$.

3.4 临界值曲线的应用分析

这个曲线可以广泛地用于草场退化、土地沙化、水土流失、森林减少等自然灾害已经发生, 需要分析是否进行生态移民的区域. 一般这些区域涉及的人口有限, 多为若干村或乡的农牧民, 产业结构较为单一, 因此收入来源也比较单一. 如在草场退化区域人口主体为牧民, 主要从事放牧, 以畜产品为主要收入来源. 这使需求值、获取值和临界值的计算变得比较简单^[16].

例如, 某牧区有天然草场 1000 亩, 按亩载畜量的标准计算, 该草场最大理论载畜量为 800 羊单位, 其最大获取值为 20000 元. 在达到最大获取值之后, 为了满足物质增长需求, 实际载畜量为 1000 羊单位. 由于饲草不足, 活畜体重小、死亡率高, 实际获取值为 17000 元, 与上年(有效获取最大年)相比, 减少了 3000 元. 同时, 由于当年过牧, 次年草场载畜量下降, 只能承载 500 羊单位, 而实际放牧 800 羊单位, 又超载了 300 羊单位, 实际获取值又有下降, 并使草场进一步退化, 载畜量连续下降. 如此演进, 直至草场载畜量为 0, 实际获取值为 0, 达到生态移民的临界值. 这个阶段是曲线中第一个抛物线的形成过程. 在实施生态移民前, 为了生存, 一方面居民降低需求, 一方面则进一步加大资源的不合理利用力度, 山区草场牧民将放牧能适于攀缘的山羊, 荒漠草场的牧民

将转而放牧更耐粗饲的牛^[15]. 为解决饲料不足, 适口性好的阔叶林也被破坏. 对于已无法放牧的草场, 又被开垦为耕地. 如此以来, 无效获取将达到资源约束的最大值, 同时, 随获取值的增大, 需求必然增多. 这就是第二个抛物线的形成过程. 第二个抛物线的形成过程不但破坏了原有的生态系统平衡, 且一旦地下水位下降超越了多数植物可利用极限, 植被则开始衰退, 土地沙化, 水土流失等问题也随之产生, 牧民对自然资源的无效获取也将越来越少, 直至无法生存. 这就形成了图 2 中的螺旋状曲线. 流域上游过度用水开荒减少下游的生态用水和农田用水、林区居民过度砍伐林木等情况也都可以用这个生态移民临界值曲线来得到较确切的检验.

4 生态移民的驱动力构成

4.1 驱动力构成

影响生态移民的因素很多, 但从生态学、社会学和力学等学科的自然行为角度来综合分析这些因素, 并结合生态移民临界值理论趋势曲线, 可以从 4 个力的相互作用和变化来找出生态移民的驱动力构成(图 4).



图 4 生态移民受力图

推动力(Mf: motive force): 移出地因生态环境的恶化, 即使通过治理也无法承载过多或部分人类居住, 需要全部居民或部分居民迁往他地的大自然作用的力量.

吸引力(Af: attracting force): 从移出地准备迁出

的居民对迁入地较好的物质文化生活和自己未来美好生活的向往。

留恋力(Yf: yearning force for home): 从移出地准备迁出的居民对故乡、家园的本能的情感力。不同民族、不同文化背景的人们受这种留恋力的作用程度会有所不同。

排斥力(Ef: excluding force): 移入地的自然环境、社会习俗等客观差异排斥和移入地居民有意与无意的主观排斥的综合作用力。

生态移民的驱动力(Df: driving force)是以上4种力量作用之和, 用公式表示为:

$$Df = (Mf + Af) - (Yf + Ef).$$

因此, 生态移民的驱动力(表1)可以概括为: 一个区域的人群因生态恶化而需要迁往他地时所受到的各种影响因素的综合作用之和就是生态移民的驱动力。由以上公式可知, 当生态移民的驱动力大于零时, 移民才会发生; 而当生态移民的驱动力小于或等于零时, 将不必实施移民。从以上4个表格中任取一种情况来组合可计算出不同情况下的驱动力。这种驱动力只是一种自然行为, 但我们可以根据这个数据来实施政府行为, 以达到妥善安置移民、保护生态环境的目的。

4.2 驱动力的政府行为作用分析

政府行为对生态移民具有重要的影响和调控作用^[17]。根据生态移民临界值理论曲线和以上驱动力构成计算分析, 由图5可以看出, 生态恶化有三种不同程度。

第一种恶化程度是“有效获取值减少阶段”, 为了防患于未然, 在有经济条件的区域可以实施部分或全部移民。第二种恶化程度是需求缩减无效获取值增加阶段, 由于这个阶段已经突破了生态移民的临界值, 因此, 必须实施移民。而且这个阶段当地居民的有效获取值已经完全丧失, 使得他们不得不暂时降低自己的需求。从这个阶段的形势来分析, 是实

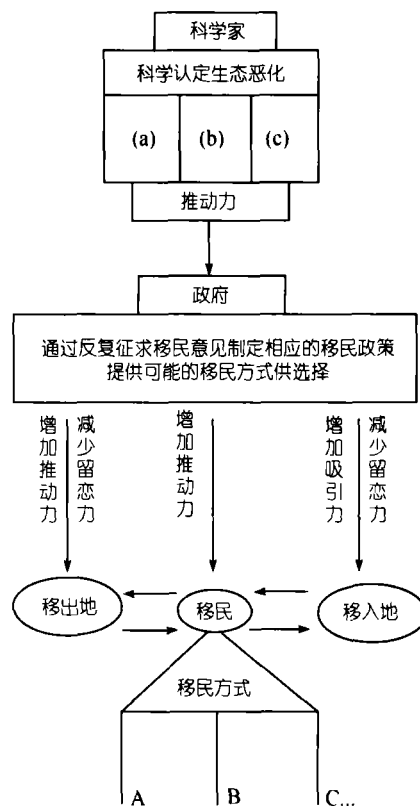


图5 生态移民驱动力政府行为作用图

(a) 代表需求增加有效获取值减少阶段; (b) 代表需求缩减无效获取值增加阶段; (c) 代表需求增加无效获取值增加阶段

施生态移民阻力较小的阶段, 应该果断地进行全体移民。第三阶段是需求增加无效获取值增加阶段, 当地居民通过无效获取又达到了获取值的最大值, 从而又开始增加需求, 不断向大自然已恶化的生态环境持续地索取资源。这个阶段是必须实施移民的阶段, 否则将造成持续的自然灾害。

以上三种情况都形成了生态移民的推动力。这个推动力首先作用于政府, 由政府制订和实施相应的投资补助等政策, 再分别作用于移出地、移民和移入地, 达到增加移出地的推动力和移入地的吸引力, 减少留恋力和排斥力的目的。同时, 政府将公布可能

表1 生态移民驱动力量化表

推动力/量化值	吸引力/量化值	留恋力/量化值	排斥力/量化值
生态恶化, 无法生存/100	居民都同意移出/100	居民都不同意移出/100	居民都不同意移民迁入/100
需求缩减无效获取值增加/80	80%居民同意移出/80	80%居民不同意移出/80	80%居民不同意移民迁入/80
需求增加无效获取值增加/70	70%居民同意移出/70	70%居民不同意移出/70	70%居民不同意移民迁入/70
有效获取值减少需求增加/50	50%居民同意移出/50	50%居民不同意移出/50	50%居民不同意移民迁入/50
	居民都同意移出/0		居民都同意移民迁入/0

的移民方式, 由移民自由选择.

5 结论与讨论

通过多年干旱区生态移民的工作经验总结和理论研究分析, 本文在干旱区环境条件下探索实施生态移民的一般量化规律, 提出了“生态恶化”量的概念, 描绘出了生态移民临界值的理论曲线. 这个理论曲线既适用于干旱区小片绿洲贫困农牧民的搬迁, 也适用于政府对生态恶化的监测和评估. 结合理论曲线, 本文还从自然行为角度提出了生态移民驱动力的构成和计算方法, 并结合政府行为提出了科学实施生态移民的时机和步骤. 同时本文提出的驱动力的计算取值的种类和范围, 可以根据小片绿洲的具体情况扩展和多层次定义. 需要说明的是, 本文得出模拟曲线的方法不同于实验科学由实验数据和数学模型得出图形和结论的实验证明方法. 由本曲线反推数学模型或数学函数, 则成为数学或其他学科所要研究的问题.

致谢 我们非常感谢北京师范大学黄妙芬教授对本研究工作给予的亲切指导, 也非常感谢中国科学院新疆生态与地理研究所徐曼老师的大力帮助. 本工作为新疆维吾尔自治区发改委和林业局《伊犁河流域林业生态科技示范研究》项目(中国科学院新疆生态与地理研究所项目, 编号: 20042078)资助.

参 考 文 献

- 1 池永明. 生态移民的困惑. 经济论坛, 2004, 16: 14—15
- 2 任海, 彭少麟. 恢复生态学导论. 北京: 科学出版社, 2003. 1—46

- 3 Lee E S. A theory of migration. *Demography*, 1966, 3(1): 47—57
- 4 Massey D. Social structure, household strategies, and cumulative causation of migration. *Population Index*, 1990, 56(1): 3—25
- 5 Massey D. Theories of international migration: a review and appraisal. *Population and Development Review*, 1993, 19(3): 431—466
- 6 Sjaastad L A. The costs and returns of human migration. *Journal of Political Economy*, 1962, 70(5): 80—93
- 7 肖笃宁, 王根绪, 王让会. 中国干旱区景观生态学研究进展. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2003. 7—8
- 8 王根绪, 程国栋. 干旱荒漠绿洲景观空间格局及其受水资源条件的影响分析. *生态学报*, 2000, 20(3): 363—368
- 9 刘甲金, 黄俊, 王宁. 绿洲经济论. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 1995. 90
- 10 程国栋, 肖笃宁, 王根绪. 论干旱区景观生态特征与景观生态建设. *地球科学进展*, 1999, 14(1): 11—15
- 11 何方. 应用生态学. 北京: 科学出版社, 2003. 50
- 12 周三多, 陈传明, 鲁明泓. 管理学. 上海: 复旦大学出版社, 1999. 65—70
- 13 杨魁孚, 田雪原. 人口、资源、环境可持续发展. 杭州: 浙江人民出版社, 2001. 155—352
- 14 《新疆国土资源环境遥感综合调查研究》编委会. 新疆国土资源环境遥感综合调查研究. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 2004. 42—50
- 15 韩喜平. 中国农户经营系统分析. 北京: 经济管理出版社, 2004. 111
- 16 李述刚, 程心俊, 王周琼. 荒漠绿洲农业生态系统. 北京: 气象出版社, 1998. 7—26
- 17 韩俊. 中国三农 100 题. 北京: 中国发展出版社, 2004. 158—159

(2005-07-20 收稿, 2006-01-16 收修改稿)